

# 準寒冷地向けに最適なローウォールタイプ蓄熱エアコン “ゆっかポッカ”

New Air Conditioner with Heat Storage Unit

山下 哲司  
YAMASHITA Tetsuji

藁科 吉隆  
WARASHINA Yoshitaka

空井 愛  
SORAI Ai

ルームエアコンは暖房機として一般的に認知されているが、その暖房能力や速暖性能の面で、東北や北陸をはじめとする準寒冷地用に最適な能力機種がなく、これらの地域向けに本格的な暖房機といえるルームエアコンが要望されている。そこで、壁面の低位置に据え付けるローウォールタイプの室内機と蓄熱システムを搭載した室外機とを組み合わせ、室温の立上がり時間 1/2 化、除霜時の連続暖房を実現した“ゆっかポッカ” FDX シリーズを業界に先駆けて開発した。さらに、DC コンプレッサの駆動に高効率・高効率な当社独自のハイブリッドインバータの技術を開発し、業界一の省エネルギーと高暖房能力を達成した。

Air conditioners have gained wide recognition as not only cooling systems but heating systems as well, although in the colder regions of Japan they have not yet been accepted in the latter role. It is therefore necessary to realize the optimum heating system.

In response to this need, we have developed an air conditioner with the model name “Yukkapokka” (FDX series), consisting of a low-wall type room unit and an outside unit incorporating a heat storage unit. The new air conditioner warms up a room in half the time and provides nonstop heating.

## 1 まえがき

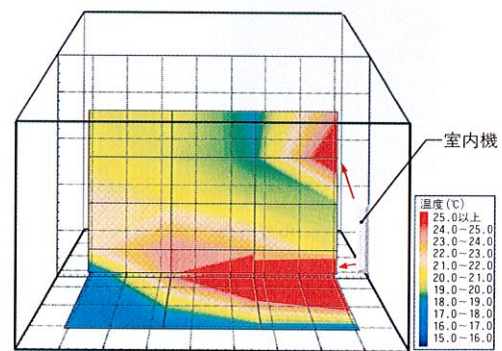
近年の家庭用小型エアコンは、省エネルギー技術の進歩と低温時の暖房能力向上に伴い、温暖地では暖房機として認知されている。しかし、東北や北陸などの準寒冷地においては、暖房運転を開始してから温風が吹き出すまでに時間がかかること、足元の温度が低いこと、除霜運転時に室温が低下することなど、ヒートポンプエアコン特有の弱点により、本格的な暖房機として使用するには不十分であった。

当社は、今回これらの問題を解決し、準寒冷地でも本格的な暖房機として使用できるエアコンとして、蓄熱システムを搭載したエアコン“ゆっかポッカ”を開発した。

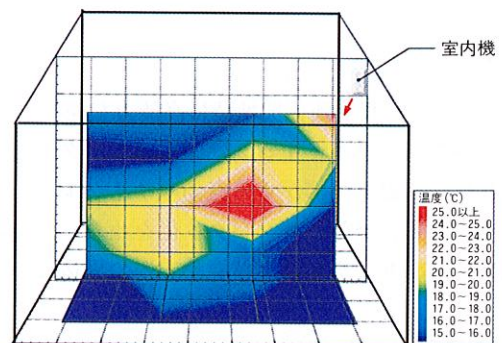
## 2 製品概要

蓄熱エアコン“ゆっかポッカ”の主な特長は以下のとおりである。

- (1) 室内機は、床面近くのローウォールに壁掛け、あるいは床置き据付けが可能で、上下二つのファンと熱交換器で上下二方向独立吹出しによって、暖房時の足元高暖房を実現した。図1に暖房運転開始15分後の室内温度分布の比較を示す。図中の赤い矢印は温風の吹出し方向を示す。
- (2) 室外機は、水を主体とした蓄熱材を用いた蓄熱器を搭載し、蓄熱暖房運転開始時の高暖房能力(最大8kW/ピーク時)と、除霜時の連続暖房(暖房能力1



(a) “ゆっかポッカ”(RAS-F285DX)



(b) 壁掛けエアコン(RAS-285SD)

試験室：(a) (b)とも、木造10畳、新省エネルギー基準住宅  
外気温：(a) (b)とも、-5°C

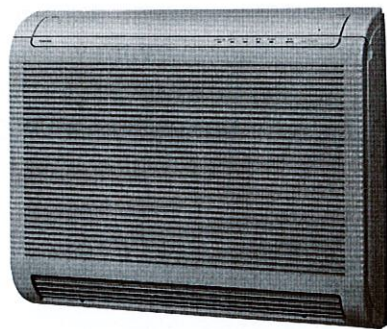
図1. 暖房運転開始15分後の室内温度分布 “ゆっかポッカ”は、蓄熱効果と二方向吹き出しにより室内を包み込むように暖めていく。

Temperature distribution in room at 15 minutes after starting

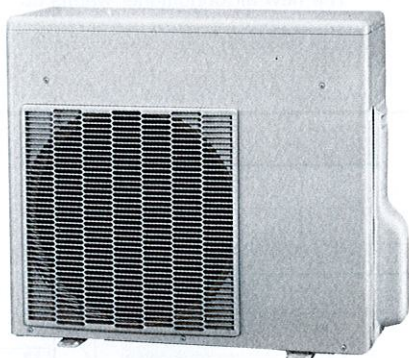
kW) を実現した。

(3) 室外機の DC コンプレッサ モータ駆動に高力率・高効率のハイブリッドインバータ<sup>(1)</sup>を採用し、低温時の暖房性能向上と省エネルギーを実現した。

図 2 に室内機と室外機を示す。



(a)室内機



(b)室外機

図 2. 蓄熱エアコン“ゆっかポッカ”RAS-F285DX/ADX 暖房性能を追求した新形態エアコンである。

“Yukkapokka” air conditioner

### 3 蓄熱システム

前述のように、暖房運転開始時に高能力を発揮するため、蓄熱と室外空気を熱源とする 2 熱源冷凍サイクルを開発した。これは、高温蓄熱部からの高効率サイクルと、空気熱源の併用による蓄熱部のコンパクト化をねらったものである。以下に冷凍サイクルおよび蓄熱容器の構造について説明する。

#### 3.1 冷凍サイクル

図 3 に冷凍サイクルを示す。この冷凍サイクルは、2 ロータリコンプレッサを使用して、2 熱源冷凍サイクルを電磁開閉弁と逆止弁の組合せにより簡単に形成し、通常冷暖房時は室外空気熱交換器だけが動作する一般的な冷凍サイクルとの切り替えが容易に行える特長がある。

蓄熱暖房運転開始時は、図中の電磁開閉弁を開くことに

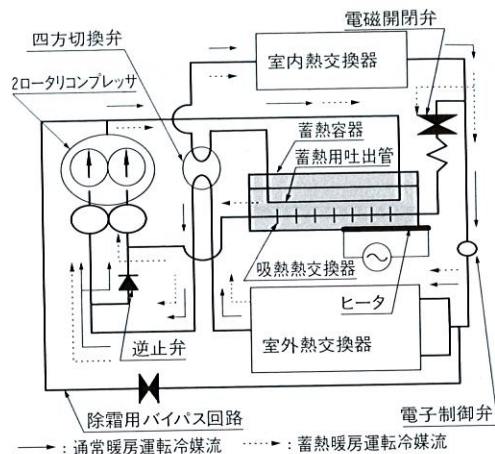


図 3. 2 熱源冷凍サイクル 2 ロータリコンプレッサのそれぞれの圧縮部で二つの熱源からの冷媒を圧縮し、2 熱源冷凍サイクルを実現した。

Refrigerating cycle with two thermal sources

より室内機からの冷媒は吸熱熱交換器と室外熱交換器を並行して流れ、それぞれ蓄熱材、室外空気から吸熱して別々の圧縮部へ流入する。この冷凍サイクルは、吸熱部の圧力を独立して制御できるため、蓄熱材保有熱量と室外空気熱量を同時にそれぞれの温度レベルに対応した最適な蒸発温度で効率よく吸熱し、ピーク時の COP (エネルギー消費効率=能力/消費電力) を約 400 % (従来の冷凍サイクルでは 250~300 %) と高くできる。このため、消費電力 2 kW 時に約 8 kW の高暖房能力を発揮できる。また、室外空気も熱源として利用するため、同一能力を発揮する際の蓄熱量が小さくすみ、蓄熱容器の小型化を可能とした。

この蓄熱システムは、空気熱源と蓄熱との容量比をほぼ 2:5 となるように設定することで、蓄熱単独利用想定 70 % 程度の蓄熱量とし、さらに 350 W の電気ヒータ加熱による高温蓄熱で利用温度差を大きくすることにより、蓄熱容器を小型化している。これによって室外機上部に箱形蓄熱ユニットとして搭載でき、従来機種と同程度の据付性を確保している。

また、通常運転時に蓄熱用吐出管により蓄熱材の一部を吐出ガスで加熱・蓄熱し、室外熱交換器の除霜用熱源および暖房熱源に利用して、除霜しながら約 1.0 kW の暖房を継続して行い、室温低下のほとんどない連続暖房を実現した。

#### 3.2 蓄熱容器

低コストとコンパクト性を優先して、蓄熱材には熱容量が大きい水を主成分とする蓄熱材を用いるとともに、圧力変動による安全性を考慮した大気開放のメンテナンスフリーの蓄熱容器を開発した。図 4 に蓄熱容器の構造を示す。蓄熱材は寒冷条件での凍結による容器破壊を防止するため不凍液を混合している。

また容器は破裂防止のため細管により大気に開放する構

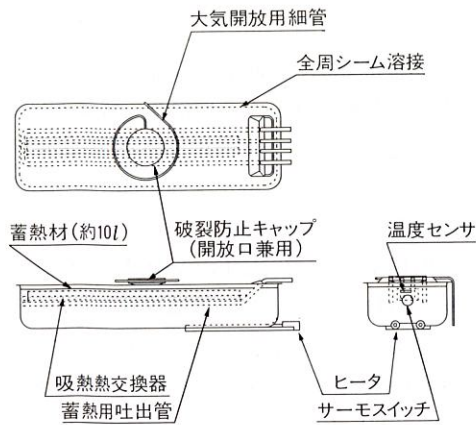


図4. 蓄熱容器の構造 箱形とすることで、室外機の上部デッドスペースを最小限にした。

Structure of heat storage unit

造としているので、蒸発による蓄熱材の減量と空気接触による酸化腐食を防止する必要がある。このため、蓄熱材界面不活性化剤(特殊油)添加により蓄熱材表面に不活性層を形成し、水分の蒸発(水分蒸発量3%以下/15年使用)、空気接触による蓄熱材の劣化および容器材料の腐食を防止している。

容器材料は、絞り性改善ステンレス材を用いて残留応力による応力腐食割れを防止し、吸熱熱交換器は耐食性と伝熱性を考慮し、銅をフィン材とした。

## 4 蓄熱暖房機能

### 4.1 ヒータ蓄熱運転

蓄熱ユニットは、電気ヒータと、蓄熱容器側面に蓄熱材の温度を検出する温度センサを搭載している。ヒータは、エアコンが停止中で、室温が20℃未満、かつ外気温が約10℃未満の条件で通電され、蓄熱材を約90℃まで加熱する。その後はオン-オフ運転となって85℃~90℃で保温される。

### 4.2 蓄熱暖房運転

蓄熱暖房運転開始時には、蓄熱ユニットに蓄えられた熱と、従来のヒートポンプエアコンと同じ室外空気からの熱を同時に吸熱するため、熱源制御の最適化が必要である。蓄熱ユニットから取り出す熱量の制御は、冷凍サイクルに設けられた電子制御弁の開度を調節することにより行う。蓄熱暖房運転開始時、蓄熱量が多いときには電子制御弁を絞って蓄熱側に多くの冷媒を流すことで吸熱量を増し、蓄熱材温度が低下するにしたがって徐々に電子制御弁を開けて外気吸熱側に切り換えていく。そして蓄熱材温度が30℃になると、通常の暖房運転となる。この蓄熱暖房の運転時間は約15分で、この間に室温を一気に立ち上げる。

また、蓄熱暖房運転では、コンプレッサが起動してから温風が吹き出すまでの時間を短縮する制御も行っている。一般に、エアコン停止中に外気温が低くなると、冷媒は室外熱交換器や圧縮機など熱容量の大きな部材にたまる“寝込み現象”が発生する。この状態で暖房運転が開始されると、蓄熱暖房運転直後は室外熱交換器に冷媒がほとんど流れず、冷凍サイクル内では冷媒不足気味の運転となって十分な能力が発揮できない。そのため、“ゆっかポッカ”では従来機種が行っている圧縮機のモータ巻線を利用した予熱運転のほかに、圧縮機を起動した直後数十秒間は電子制御弁を閉状態にし、室外熱交換器内の冷媒を圧縮機に戻す“冷媒回収制御”を行った。

また、蓄熱暖房運転では冷媒の凝縮温度が急激に上昇するため、室内ファンモータの起動を制御する室内熱交換器温度センサが真の冷媒温度を検出するまでの時間遅れが大きくなる。したがって蓄熱暖房運転で起動した場合は、冷媒温度の上昇分を予測して早めに室内ファンを起動する制御を織り込んだ。これらにより温風1分吹出しを実現した。

これらの方法で、床上5cmで平面平均温度を7℃から20℃まで立ち上げる時間を、当社従来機種の約1/2の14分に短縮した。図5に“ゆっかポッカ”(RAS-F285DX)と、従来の壁掛けエアコン(RAS-285SD)の床上5cm平均温度の立ち上がり時間の比較を示す。

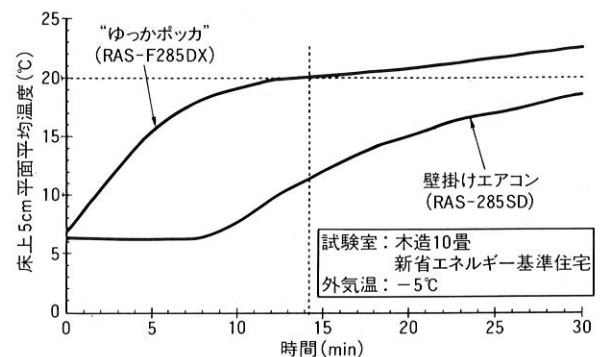


図5. 床上5cm平面平均温度の立ち上がり時間の比較 従来機種の壁掛けエアコンに比べ、床上5cm面の温度上昇率は2倍以上に向上した。

Comparison of room temperature at starting (mean temperature 5 cm above floor)

### 4.3 除霜時の連続暖房性能

一般的なエアコンは、暖房運転中、室外機の熱交換器に付着した霜を取り除くため、除霜運転を行う。このとき暖房の熱量を室外熱交換器に供給するため、一時的に暖房運転が停止し、室温が低下する。

“ゆっかポッカ”は、暖房運転中にも蓄熱ユニットに熱を蓄え、その熱を利用して除霜を行うと同時に室内熱交換器

にも熱を送り込むことで、除霜運転中でも暖房運転を継続して行うことができる。図6に除霜運転前後での室温の変化を示す。

この結果から、従来壁掛け機種<sup>1)</sup>の室温低下は約1.4℃であるのに対し、“ゆっかポッカ”は約0.2℃であり、除霜後でも室温低下がほとんどなく、室温を維持できることがわかる。

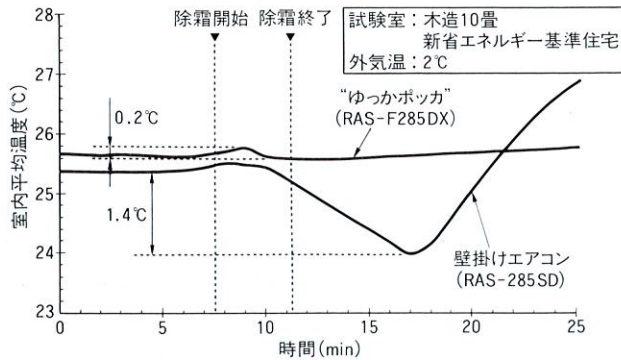


図6. 除霜運転前後の平均室温変化 除霜による室温低下を抑え、連続的な暖房運転を実現した。

Temperature fluctuation during defrost operations

#### 4.4 暖房運転時の快適性

現在のヒートポンプ式エアコンによる暖房運転時の主な問題点として、足元の冷えと露出面積の多い首から上への気流による不快感があげられる。“ゆっかポッカ”は暖房主体のヒートポンプ式エアコンとしてこの二つの問題点を解決するため、床面に近い壁に据付け可能で、上下のファン回転数を独立に制御できる二方向吹き出しの新形態室内機を開発した。

その第一の特長は、従来の床置き機種よりも暖房快適性を向上させるため、“くの字形”室内熱交換器を上下に分割し、送風路をそれぞれに分離させることにより、風量の干渉を抑えた、より細かな吹き出し制御を可能にしたことである。

第二は、暖房運転の温風吹き出し制御方式として、通常暖房時の上：下の風量比を4：6として下側をメインに上下から吹き出す運転パターンと、リモコンの“快足暖房”ボタンを押すことによる、下側からのみ吹き出す運転パターン

を設けたことである。

上下吹き出し運転では、床面からの速暖（足暖）と、天井方向に吹き上げた温風を壁や天井に沿って循環させることで、居住空間内を包み込むように部屋全体を効率的に暖めて、足元の冷えを解消するとともに、理想的な暖房空間といわれる“頭寒足熱”を実現した。

また下吹き出し運転では、人体の表面温度より高温の50℃程度の温風をつねに吹き出し、快適感保持のために重要なファクターである足元を最優先に暖めることで、頭部への気流による不快感を抑え、快適性をさらに向上させている。

## 5 あとがき

近年の省エネルギー性、地球温暖化防止、CO<sub>2</sub>削減の流れのなかで、準寒冷地向けに高暖房能力をもつ電気蓄熱方式のルームエアコン“ゆっかポッカ”を開発した。この“ゆっかポッカ”の誕生により、ルームエアコンが暖房機としてますます広い地域に定着することを期待する。

今後は、国内のあらゆる地域、特に北海道のような寒冷地でも十分使用できるような高暖房性能エアコンの開発に取り組みしていきたい。

## 文献

- (1) 久保 徹, 他. 空気清浄エアコン“大清快”. 東芝レビュー, 53, 4, 1998, p.51-54.



山下 哲司 YAMASHITA Tetsuji

富士工場 開発技術部主務。  
ルームエアコン用室外制御器の開発設計に従事。電気学会、  
日本冷凍空調学会会員。  
Fuji Works



藁科 吉隆 WARASHINA Yoshitaka

富士工場 エアコン設計部。  
ルームエアコンの開発設計に従事。  
Fuji Works



空井 愛 SORAI Ai

富士工場 開発技術部。  
ルームエアコンの開発設計に従事。日本冷凍空調学会会員。  
Fuji Works